

# 氯化镧对水稻幼根质膜标准氧化还原系统的影响<sup>\*</sup>

张春光, 郑海雷, 赵中秋, 马建华, 黄仙君

(厦门大学生命科学学院, 福建 厦门 361005)

关键词: 稀土; 水稻; 质膜; 氯化镧

中图分类号: O614.33 文献标识码: A 文章编号: 1000-4343(2001)05-0465-02

稀土对农作物有促进生长、增加产量的作用。研究表明稀土元素不能进入植物细胞内而只停留在细胞膜外<sup>[1]</sup>, 因此细胞膜可能是稀土元素发生作用的原初位点。植物细胞质膜上存在的氧化还原系统, 可以催化一系列氧化还原反应, 能够促进矿质元素的吸收、控制植物的生长、参与溶质的转运等<sup>[2]</sup>。关于稀土对质膜标准氧化还原系统的影响及对铁元素吸收的影响尚未见报道, 本实验用两相法分离纯化水稻幼苗根质膜, 观察  $\text{LaCl}_3$  对质膜氧化还原系统活性的影响及对水稻吸收铁元素的影响。

## 1 材料和方法

1.1 实验材料 水稻 (*Oryza sativa*) “佳禾早占”种子经消毒、吸胀, 催芽后排播于尼龙网上, 用 0, 20, 40, 60, 80, 100  $\mu\text{mol L}^{-1}$  的  $\text{LaCl}_3$  溶液处理, 培养 1 周后, 换用木村 B 培养液培养, 1 周后分别取其根用于质膜提取, 根以上部分用于铁元素含量测定。

1.2 实验方法 质膜分离纯化: 参照 Zheng 等<sup>[3]</sup>的方法, 用两相分配法分离纯化质膜。蛋白质含量的测定: 参考 Brandford<sup>[4]</sup>的方法, 用考马斯亮蓝 G-250 显色法测定。质膜  $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$  还原速率的测定: 参考焦新之等<sup>[5]</sup>的方法, 略有改动。420 nm 处消光值的变化, 按 1  $\text{mol L}^{-1}$  铁氰化钾消光系数为 1 进行计算。质膜 NADH 氧化速率的测定: NADH 氧化速率的测定方法与  $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$  还原速率的测定方法相同。测定 340 nm 处的消光值, 按 1  $\text{mmol L}^{-1}$  的消光系数为 6.23 计算被氧化的 NADH 的量。植株铁元素含量的测定: 根以上植物

样品于 80℃ 下烘干, 干样品经研钵磨碎, 过 100 目尼龙筛后, 再用  $\text{HNO}_3\text{-HClO}_4$  消化, 用 PE AA800 原子吸收光谱仪测定铁元素的含量。以上实验均设 3 次重复。

## 2 结果与讨论

标准氧化还原系统 (Standard system) 普遍存在于细胞质膜上, 其电子供体是  $\text{NAD(P)H}$ , 电子受体是  $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$ , 在这一过程中被  $\text{Fe}^{3+}$  还原成  $\text{Fe}^{2+}$ , 进而被植物吸收<sup>[2]</sup>。由于  $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$  不能透过细胞膜进入细胞内, 所以加入外源非渗透性的  $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$  作为人工电子受体, 通过观察  $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$  的还原速率和 NADH 的氧化速率可以研究质膜氧化还原系统的活性<sup>[2]</sup>。

当  $\text{LaCl}_3$  浓度从 0  $\mu\text{mol L}^{-1}$  增加到 40  $\mu\text{mol L}^{-1}$  时,  $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$  还原速率逐渐增大 (图 1), 在  $\text{LaCl}_3$  浓度为 40  $\mu\text{mol L}^{-1}$  时达到最大, 是对照的 142%; 随后当  $\text{LaCl}_3$  浓度高于 40  $\mu\text{mol L}^{-1}$  后,  $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$  还原速率则随着  $\text{LaCl}_3$  浓度的升高而减小, 当  $\text{LaCl}_3$  浓度为 100  $\mu\text{mol L}^{-1}$  时,  $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$  还原速率最小, 只有对照的 75%。

NADH 氧化速率的变化趋势基本与  $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$  还原速率趋势相同 (图 1), 也是当  $\text{LaCl}_3$  浓度为 40  $\mu\text{mol L}^{-1}$  时, NADH 氧化速率达到最大, 达到对照的 156%; 而当  $\text{LaCl}_3$  浓度为 100  $\mu\text{mol L}^{-1}$  时, NADH 氧化速率最小, 只有对照的 70%。

$\text{LaCl}_3$  对水稻幼苗吸收 Fe 元素的影响见图 2。从图中可以看出, 当  $\text{LaCl}_3$  浓度从 0  $\mu\text{mol L}^{-1}$  增加到 40  $\mu\text{mol L}^{-1}$  时, 水稻幼苗根以上部分 Fe 元素的含量呈逐渐增大的趋势, 在  $\text{LaCl}_3$  浓度为

\* 收稿日期: 2001-06-21; 修订日期: 2001-07-20

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (39970438)

作者简介: 张春光 (1978-), 女, 山东人, 硕士研究生; 通讯联系人: 郑海雷

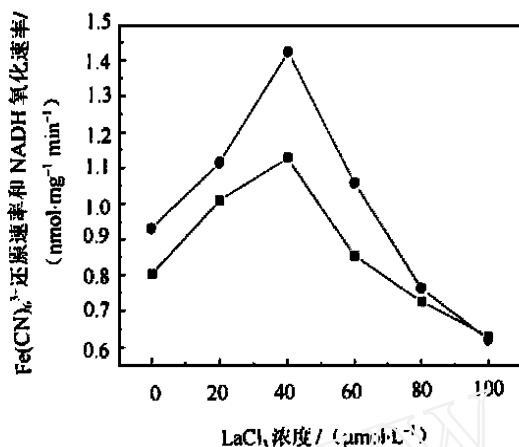


图1  $\text{LaCl}_3$  浓度对水稻幼根质膜  $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$  还原速率和 NADH 氧化速率的影响

—  $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$  还原速率; — NADH 氧化速率

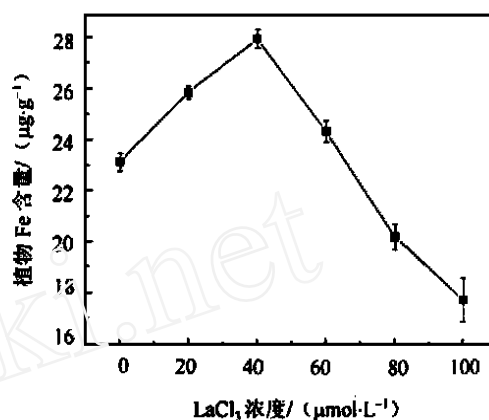


图2  $\text{LaCl}_3$  对水稻幼苗 Fe 元素吸收的影响

40  $\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$  时达到最大; 而当  $\text{LaCl}_3$  浓度高于 40  $\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$  后, 植物样品中 Fe 元素的含量则随着  $\text{LaCl}_3$  浓度的升高而降低, 植物样品中 Fe 元素含量与  $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$  还原速率及 NADH 的氧化速率呈正相关。

在本实验中, 适当浓度 (40  $\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ )  $\text{LaCl}_3$  的存在大大促进了  $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$  的还原和 NADH 的氧化, 同时植物体内铁元素的含量也大大增加。铁元素是植物生长发育的必需营养元素, 参与叶绿素的合成, 并且参与植物的光合作用和呼吸作用。因此,  $\text{LaCl}_3$  促进植物对铁元素的吸收可能是稀土增产的一个重要原因。

## 参考文献:

- [1] 倪嘉瓚. 稀土生物无机化学 [M]. 北京: 科学出版社, 1995.
- [2] RUBINSTEIN B, LUSTER D G. Plasma membrane redox activity: components and role in plant processes [J]. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Bio., 1993, 44: 131 - 155.
- [3] ZHENG H L, ZHAO Z Q, ZHANG C G, et al. Changes in lipid peroxidation, the redox system and ATPase activities in plasma membranes of rice seedling roots caused by lanthanum chloride [J]. Biometals, 2000, 13: 157 - 163.
- [4] BRANDFORD M M. A rapid and sensitive method for quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principles of protein dye binding [J]. Annual Biochem., 1976, 72: 248 - 254.
- [5] 焦新之, 李琳, 倪晋山. 花生下胚轴质膜氧化还原系统的某些特性 [J]. 植物生理学报, 1992, 18 (1): 63.

## Effects of Lanthanum Chloride on Activity of Redox System in Plasma Membranes of Rice Seedling Roots

ZHANG Chun-guang, ZHENG Hai-lei, ZHAO Zhong-qiu, MA Jian-hua, HUANG Xian-jun  
(School of Life Sciences, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

**Abstract:** Highly purified plasma membranes were isolated by aqueous two-phase partitioning methods from rice (*Oryza sativa*) seedling roots. The effects of lanthanum chloride ( $\text{LaCl}_3$ ) on the activities of redox system of plasma membranes were studied. The reduction rate of  $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$  and the oxidation rate of NADH by plasma membranes are stimulated by  $\text{LaCl}_3$

below the concentration of 40  $\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , but are reduced by above the concentration of 40  $\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ . The optimal concentration of  $\text{LaCl}_3$  is around 40  $\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$  where the activity of redox system approaches to the maximum. And the possible effects of  $\text{LaCl}_3$  on the absorption of iron element by rice seedling were discussed.

**Key words:** rare earths; rice; plasma membrane; lanthanum chloride